



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 196 40 283 C 2**

⑤① Int. Cl. 7:
B 29 C 69/00
B 29 D 31/00
B 29 C 39/10

⑳ Aktenzeichen: 196 40 283.2-16
㉔ Anmeldetag: 30. 9. 1996
㉕ Offenlegungstag: 2. 4. 1998
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 6. 2001

DE 196 40 283 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**
BrainLAB Med. Computersysteme GmbH, 85551
Kirchheim, DE

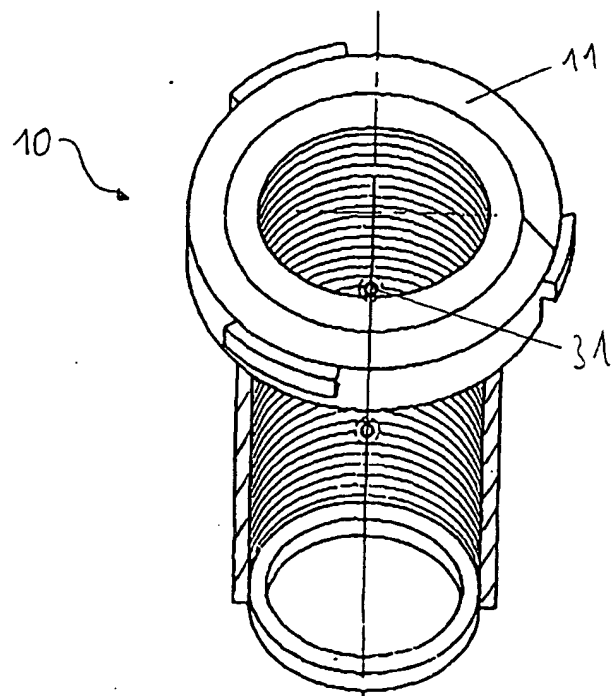
⑦④ **Vertreter:**
Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

⑦② **Erfinder:**
Vilsmeier, Stefan, 85586 Poing, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**
NICHTS ERMITTELT

⑤④ **Röhrenkollimator-Herstellungswerkzeug und -Verfahren**

- ⑤⑦ Verfahren zur Herstellung eines Röhrenkollimators mit den folgenden Schritten:
- Ausschneiden eines länglichen Formstücks (52) aus einem Kunststoffmaterial, wobei die Außenkontur des Formstücks (52) der Kontur entspricht, die ein zu behandelndes Bestrahlungsziel aus einer bestimmten Bestrahlungsrichtung gesehen aufweist,
 - Einbringen des Formstücks (52) in eine Gießform (3) in der rohrförmige Einsätze (20) für mehrteilige Röhrenkollimatoren gegossen werden,
 - Einsetzen eines ebenfalls im wesentlichen rohrförmigen Adapters (10) in die Gießform (3) in Anlage an deren Innenwand,
 - Ausgießen des Bereichs zwischen der Innenwand des Adapters (10) und der Außenwand des Formstücks (52),
 - Aushärtenlassen des Gießmaterials, und
 - Herausnehmen des Adapters (10) zusammen mit dem gegossenen Einsatz (20), wobei das Formstück (52) aus Kunststoffmaterial aus dem entstandenen Strahlenkanal (21) des Einsatzes (20) entfernt wird, dadurch gekennzeichnet, daß
 - beim Ausschneiden des Formstückes (52) in dessen Mittelbereich ein längs durch das Formstück (52) laufendes Formloch (51) eingeschnitten wird, und daß
 - das Formstück (52) mit dem Formloch (51) auf einen etwa im Zentrum der Gießform (3) angeordneten Halte-dorn (41) aufgesetzt wird, dessen Außenkontur der Innenkontur des Formloches (51) entspricht.



DE 196 40 283 C 2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Gießwerkzeug zur Herstellung eines Röhrenkollimators sowie einen damit hergestellten Röhrenkollimator. Die Kollima-

toren werden um ein längliches Formstück herum gegossen, in dessen Mittelbereich ein längs durch das Formstück laufendes Formloch eingeschnitten wird, das auf einen etwa im Zentrum der Gießform angeordneten Haltedorn aufgesetzt wird.

Röhrenkollimatoren werden in der medizinischen Strahlungstherapie verwendet. Sie werden am Strahlenausgang eines Bestrahlungsgerätes montiert und begrenzen und formen den auf das zu behandelnde Gebiet aufzubringenden Strahl. Bekannt sind hierfür verwendete einteilige Kollimatoren, die aus einem massiven Zylinderkörper bestehen, der im Zentrum auf seiner Längsachse ein Durchgangsloch als Strahlenkanal aufweist. An einem Ende dieser Kollimatoren befindet sich eine Art Flansch oder ein anderes Ansatzstück, mit dem der Kollimator am Strahlenausgang des Bestrahlungsgerätes befestigt werden kann. Hierbei wird der Strahl durch die Größe des Lochs, also durch dessen Durchmesser begrenzt.

Um unregelmäßig geformte zu behandelnde kranke Gewebeteile mit größerer Genauigkeit bestrahlen zu können und das umliegende gesunde Gewebe besser zu schützen, sind Röhrenkollimatoren entwickelt worden, die Strahlenkanäle mit unregelmäßiger Kontur aufweisen, und zwar so, daß bei einer Bestrahlung aus einer bestimmten Richtung immer die aus dieser Richtung gesehene Kontur des kranken Gewebeteils bestrahlt wird. Hierzu müssen, da die Bestrahlung aus verschiedenen Winkeln durchgeführt wird, Sätze von Kollimatoren zur Verfügung gestellt werden, von denen jeder eine Strahlenkontur liefert, die aus der Richtung, aus der gerade ausgestrahlt wird, genau die Kontur des kranken Gewebes erfaßt. Die Konturerfassung aus verschiedenen Richtungen ist mit der heute eingesetzten Computertomographie ein lösbares technisches Problem. Schwierigkeiten entstehen aber in anderen Bereichen.

Einer dieser Bereiche betrifft die Bestrahlung von sehr kleinen zu behandelnden Zielgebieten, beispielsweise kleinen Gehirntumoren. Üblicherweise werden, nachdem die Kontur eines solchen Tumors für verschiedene Strahlrichtungen ermittelt worden ist, Kunststoffkerne aus einem Materialblock, beispielsweise mittels eines erhitzten Drahtes, herausgeschnitten. Diese Kunststoffkerne werden dann längs, also stehend, in eine Gießform eingebracht, der Röhrenkollimator wird um sie herum in mehreren Arbeitsschritten gegossen und nach dem Aushärten wird der Kern entfernt und gibt das Konturloch als Strahlenkanal frei.

Für sehr kleine Behandlungsziele werden naturgemäß auch die Kunststoffkerne sehr dünn. Einen solchen Kunststoffkern in richtiger und reproduzierbarer Lage in einer Gießform zu halten ist ein bisher noch nicht gelöstes Problem. Gerade bei länglichen sehr dünnen Kunststoffkernen besteht leicht die Gefahr, daß diese in der Form verkippen oder vor bzw. beim Eingießen ihre Winkelstellung ändern, wodurch der so hergestellte Röhrenkollimator unbrauchbar wird.

Ein weiterer Nachteil bisher vorhandener Herstellungswerkzeuge und -Verfahren für Röhrenkollimatoren besteht darin, daß jeweils nur ein Kollimator mit einem Gießwerkzeug hergestellt wird. Das Eingießen erfolgt über längere Zeit in mehreren Arbeitsschritten. Wenn mehrere Kollimatoren mit verschiedenen Strahlenkonturen gegossen werden sollen, dauert dies deshalb sehr lange und erfordert viele Werkzeuge.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Her-

stellungswerkzeug und -Verfahren für Röhrenkollimatoren zur Verfügung zu stellen, das die Nachteile des Standes der Technik überwindet. Insbesondere soll die Herstellung von Röhrenkollimatoren nur mit Hilfe eines Kunststoffkerns in reproduzierbarer Weise mit einer zuverlässig richtigen Positionierung des Strahlenkanals ermöglicht sowie eine einfache und schnelle Herstellungsweise bereitgestellt werden.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren für Röhrenkollimatoren weist zur Lösung dieser Aufgabe folgende Schritte auf:

- Ausschneiden eines länglichen Formstücks aus einem Kunststoffmaterial, wobei die Außenkontur des Formstücks der Kontur entspricht, die ein zu behandelndes Bestrahlungsziel aus einer bestimmten Bestrahlungsrichtung gesehen aufweist,
- Einbringen des Formstücks in eine Gießform in der rohrförmige Einsätze für mehrteilige Röhrenkollimatoren gegossen werden,
- Einsetzen eines ebenfalls im wesentlichen rohrförmigen Adapters in die Gießform in Anlage an deren Innenwand,
- Ausgießen des Bereichs zwischen der Innenwand des Adapters und der Außenwand des Formstücks,
- Aushärtenlassen des Gießmaterials, und
- Herausnehmen des Adapters zusammen mit dem gegossenen Einsatz, wobei das Formstück aus Kunststoffmaterial aus dem entstandenen Strahlenkanal des Einsatzes entfernt wird.

Hierbei wird erfindungsgemäß beim Ausschneiden des Formstücks in dessen Mittelbereich ein längs durch das Formstück laufendes Formloch eingeschnitten und das Formstück wird mit dem Formloch auf einem etwa im Zentrum der Gießform angeordneten Haltedorn aufgesetzt, dessen Außenkontur der Innenkontur des Formlochs entspricht.

Das Formstück selbst weist also ein längs verlaufendes Formloch auf, das eine einfache, beispielsweise eine Dreiecks- oder Rautenform besitzen kann. Nach dem Aufstecken des Formstückes auf den Haltedorn kann dieses, auch wenn es sehr schmal ausgestaltet ist, sich beim Gießen in der Gießform weder winkelmäßig neigen noch verdrehen. Der Einsatz für den Röhrenkollimator wird also immer mit einem parallel zu seiner Längsachse verlaufenden Strahlenkanal gegossen; es ist gewährleistet, daß nur sehr wenig Ausschuß produziert wird.

Ein weiterer großer Vorteil des Röhrenkollimators gemäß der vorliegenden Erfindung liegt in seiner zweiteiligen Ausgestaltung. Der Kollimator ist im wesentlichen aus einem Außenteil, das im weiteren Adapter genannt wird, und einem inneren Einsatz aufgebaut. Der Adapter wird vor dem Vergießen in die Gießform in Anlage an deren Wandung eingesetzt. Er weist vorzugsweise eine röhrenförmige Ausgestaltung auf und hat an seinem einen Ende eine Vorrichtung, wie beispielsweise einen Bajonettverschluß, mit dem der fertig gegossene Kollimator am Strahlenausgang eines Bestrahlungsgerätes positionsgenau befestigt werden kann. Der gegossene Einsatz härtet im Adapter aus und kann zusammen mit diesem aus der Form entnommen werden. Er bildet dann zusammen mit dem Adapter den fertigen Röhrenkollimator.

Wenn die Bestrahlungstherapie des jeweiligen Patienten beendet ist, muß nicht der gesamte Röhrenkollimator entsorgt werden. Es genügt den gegossenen Einsatz aus dem Adapter zu entfernen, wonach der Adapter wieder für das Eingießen eines neuen Einsatzes zur Verfügung steht.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Adapter vor dem Einsetzen in

die Gießform mit zumindest einer, vorzugsweise drei in die Bohrungen eingesetzten Befestigungsschrauben versehen, die zu seiner Innenseite hin vorstehen und beim Gießen des Einsatzes mit eingegossen werden.

Beim Vergießen umläuft das Gießmaterial die Gewinde der Befestigungsschrauben und bildet damit ein Innengewinde aus. Durch die Schrauben wird der Einsatz in Längsrichtung unbeweglich im Adapter gehalten. Wenn er ausgetauscht werden soll, können die Befestigungsschrauben entfernt und der Einsatz längs aus dem Adapter ausgeschoben werden. Er kann jederzeit wieder eingesetzt und befestigt werden; durch eine charakteristische Positionsanordnung der Schrauben kann eine nicht verwechselbare Zuordnung erfolgen, wie im weiteren mit Bezug auf das erfindungsgemäße Gießwerkzeug noch näher erläutert werden wird.

Bevorzugt werden gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Gießwerkzeug mit mehreren, vorzugsweise sechs Gießformen in mehreren Gießschritten ebenso viele Röhrenkollimatoren auf einmal gegossen.

Der Gießvorgang wird, wie vorher beschrieben, durch das erfindungsgemäße Verfahren sehr vereinfacht. Es ist damit auch möglich, das Gießen der Kollimatoren en bloc durchzuführen, d. h. mehrere Kollimatoren auf einmal auszubilden. Der gesamte Herstellungsvorgang kann durch im weiteren anhand des erfindungsgemäßen Gießwerkzeugs erläuterte Sicherungsmaßnahmen so ausgestaltet werden, daß auch beim Gießen mehrerer Kollimatoren auf einmal keine Verwechslungen auftreten können. Ein ganzer Satz von Röhrenkollimatoren kann deshalb mittels eines Gießwerkzeugs hergestellt werden ohne daß die Gefahr von Fehlbehandlungen durch den Einsatz falscher Kollimatoren entsteht.

Das erfindungsgemäße Gießwerkzeug zur Herstellung von Röhrenkollimatoren weist folgende Bauteile auf:

Mindestens eine im wesentlichen zylinderförmige Gießform mit einer Wandung und einer von ihrem Boden abstehenden Grundplatte, mindestens ein Formstück, das im wesentlichen zentrisch in die Gießform eingebracht ist, und mindestens einen im wesentlichen rohrförmigen Adapter, dessen Außendurchmesser in etwa dem Innendurchmesser der Wandung der Gießform entspricht.

Gemäß der Erfindung umfaßt das Formstück des Gießwerkzeugs ein in dessen Mittelbereich längs eingeschnittenes Formloch, und etwa im Zentrum der Gießform ist ein auf der Grundplatte befestigter und nach oben von ihr absteher Haltedorn angeordnet, dessen Außenkontur der Innenkontur des Formlochs entspricht.

Die Vorteile des Gießwerkzeugs gegenüber dem Stand der Technik entsprechen denjenigen, die vorher anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens erörtert worden sind. Sie betreffen die positionsgenaue Halterung des Gießkerns, also des Kunststoff-Formstücks sowie die Vereinfachung der Röhrenkollimator-Herstellung.

Ein erfindungsgemäßes Gießwerkzeug kann teilbar ausgelegt sein und sechs Gießformen umfassen. Bei einer solchen Ausgestaltung sollten Vorkehrungen getroffen werden, daß nicht etwa falsche Adapter in die jeweiligen Formen eingesetzt werden und damit die gegossenen Einsätze den falschen Adaptern, die in einer gewissen Reihenfolge verwendet werden, zugeordnet werden.

Dies kann erfindungsgemäß dadurch verwirklicht werden, daß jede einzelne Gießform eine Kontur aufweist, mit der jeweils nur der ihr zugeordnete Adapter zusammenpaßt. Die Adapter selbst können Kennzeichnungen aufweisen, die ihre Einsatzsequenz bei der Bestrahlung festlegen. Wenn nur ein Adapter in die Gießform für den jeweiligen Einsatz

eingepaßt werden kann, wie es bei der Zurverfügungstellung verschiedener Außenkonturen für die Adapter bzw. Innenkonturen der Gießformen im Gießwerkzeug der Fall ist, ist es gar nicht mehr möglich, einen Adapter, der beispielsweise bei der vierten Bestrahlung mit seinem Einsatz verwendet werden soll, in die Gießform für den ersten Röhrenkollimator einzusetzen. Schon hierdurch werden also Verwechslungen erschwert.

Weiterhin ist eine Zuordnung des jeweiligen fertig gegossenen Einsatzes zum richtigen Adapter notwendig, da bei der zweiteiligen Ausführungsform (Adapter + Einsatz) des Röhrenkollimators die Gefahr besteht, daß nach einem Herausnehmen des Einsatzes dieser Einsatz einem falschen Adapter zugeordnet wird und damit in der Behandlungssequenz an falscher Stelle zum Einsatz kommt.

Diese Zuordnung kann gemäß der vorliegenden Erfindung vorzugsweise dadurch erreicht werden, daß in die Grundplatten der Gießformen die ihnen zugeordneten Nummern oder andere Unterscheidungskennzeichen eingeprägt werden. Diese Einprägung überträgt sich beim Gießen auf den gegossenen Einsatz. Der Adapter, der beispielsweise dieselbe Nummer aufweist, wie diejenige, die durch die Einprägung am Einsatz entsteht, kann diesem dadurch eindeutig zugeordnet werden.

Eine weitere Möglichkeit diese Zuordnung durchzuführen besteht darin, die Adapter mit mindestens einer Bohrung in der Seitenwandung zu versehen, deren Anordnung für jeden Adapter charakteristisch ist. Vorteilhafterweise können mehrere, beispielsweise drei Bohrungen vorgesehen werden.

Wie schon angedeutet, werden Schrauben von außen in die Bohrungen in den Seitenwänden der Adapter eingesetzt. Die Schrauben werden, da sie nach innen in den Hohlraum des Adapters vorstehen, mit eingegossen und befestigen den Einsatz im Adapter. Wenn nun, wie es erfindungsgemäß vorgesehen ist, die Bohrungen für jeden Adapter an charakteristischen Stellen vorgesehen sind, kann bei einem Herausnehmen des Einsatzes und beim Wiedereinsetzen dieser nicht im falschen Adapter befestigt werden, da die Bohrungen des falschen Adapters nicht mit denjenigen des Einsatzes übereinstimmen. Auch hierdurch wird also eine falsche Zuordnung von Einsatz und Adapter verhindert.

Schließlich müssen noch die Formstücke jeweils den richtigen Haltedornen zugeordnet werden können, damit nicht ein Strahlenkanal mit einer falschen Kontur in einen Einsatz eingeformt wird. Dies kann erfindungsgemäß dadurch geschehen, daß die Formstücke jeweils ein Formloch aufweisen, dessen Innenkonturen nur der Außenkontur eines einzigen, dem Formstück zugeordneten Haltedorns entspricht. Damit kann das Formstück nur auf einen einzelnen Haltedorn aufgesetzt werden. Eine Verwechslung ist ausgeschlossen. Die Querschnittsform des Dorns kann beispielsweise für die verschiedenen Gießformen einmal dreieckförmig, rautenartig oder quadratisch ausgestaltet sein. Es lassen sich leicht sechs verschiedene zuordnungsfähige Querschnittsformen finden.

Die gemäß dem beschriebenen Herstellungsverfahren bzw. im beschriebenen Gießwerkzeug hergestellten Röhrenkollimatoren weisen die oben beschriebenen Vorteile auf. Sie sind insbesondere eindeutig zuordnungsfähig sowie leicht, günstig und mit wenig Ausschuß herstellbar.

Die Erfindung wird im weiteren anhand der beiliegenden Figurenblätter mit Hilfe eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Adapter für einen erfindungsgemäßen Röhrenkollimator, der teilweise geschnitten perspektivisch dargestellt ist;

Fig. 2 einen ebenfalls perspektivisch dargestellten Ein-

satz für einen erfindungsgemäßen Röhrenkollimator;

Fig. 3 einen Querschnitt durch einen Adapter;

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines Gießwerkzeugs gemäß der vorliegenden Erfindung, teils in Explosionsansicht; und

Fig. 5 eine Aufsicht auf ein erfindungsgemäßes Gießwerkzeug mit dort eingesetzten Adaptern.

Die Fig. 1 zeigt in perspektivischer Ansicht einen Adapter 10 für einen erfindungsgemäßen Röhrenkollimator. Der Adapter 10 weist an seinem oberen Ende einen Befestigungsabschnitt auf, der hier als Bajonettverschluß ausgebildet ist. Mit Hilfe dieses Bajonettverschlusses wird der Adapter 10 am Strahlenausgang einer Bestrahlungseinrichtung befestigt, in diesem Falle eingedreht.

Der röhrenförmige untere Abschnitt des Adapters 10 in dem ein Einsatz eingegossen wird, ist in der Fig. 1 teilweise im Halbschnitt dargestellt. Hierdurch werden Schraubenlöcher 31 in der hinteren Wand des Adapters 10 sichtbar, die, wie schon vorher beschrieben, als Längsbefestigung und Zuordnungshilfe dienen können. Der Adapter 10 weist in seinem unteren Abschnitt einen Durchmesser auf, der in etwa dem Durchmesser der Innenwandung einer Gießform entspricht, die später noch im einzelnen erläutert wird.

In Fig. 2 ist das zweite Hauptelement eines erfindungsgemäßen Röhrenkollimators, nämlich ein gegossener Einsatz 20 mit einem Strahlenkanal 21 dargestellt. Der Einsatz 20 ist im wesentlichen zylinderförmig und paßt, da er in ihm gegossen wurde, naturgemäß genau in den zugehörigen Adapter 10. In der Mitte des Einsatzes 20 verläuft zentrisch der unregelmäßig geformte Strahlenkanal 21 auf der Längsachse des Einsatzes 20. Seine Querschnittsform entspricht derjenigen Form, die ein Tumor aus der Richtung gesehen aufweist, aus welcher er mit Hilfe des Röhrenkollimators bestrahlt wird. In der Rückwand des Einsatzes 20 sind wiederum die drei Löcher 22 angedeutet, die beim Herumgießen des Einsatzes 20 um die Befestigungsschrauben im Adapter 10 entstanden sind.

Ein Querschnitt durch den Adapter 10 ist in Fig. 3 dargestellt. Die Position der Löcher 31 für die Befestigungsschrauben ist für diesen Adapter 10 charakteristisch, für jeden Adapter 10 sind die Löcher 31 an anderen Stellen angeordnet. Durch diese Maßnahme erfolgt eine eindeutige Zuordnung des in ihm gegossenen Einsatzes 20 zum Adapter 10. Am oben am Adapter 10 befindlichen Verschluß 11 ist linksseitig eine Rastvorrichtung 32 dargestellt, mit der der Bajonettverschluß 11 in einer Aufnahme des Bestrahlungsgeräts eingerastet wird, um seine genaue Positionierung festzulegen. Bei dieser beispielhaft dargestellten Ausführungsform weist die Rastvorrichtung 32 einen Raststift 33 auf, der beispielsweise mittels einer Feder in Längsbewegungsrichtung angestellt wird. Dieser Stift 33 rastet, nachdem der Bajonettverschluß 11 in sein Gegenstück am Bestrahlungsgerät eingeführt und zur richtigen Position gedreht worden ist, in einer Bohrung dieses Gegenstücks ein und verrastet den Röhrenkollimator. Beim Austausch des Kollimators kann diese Rastung von außen wieder gelöst werden.

Die Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform für ein mehrteiliges erfindungsgemäßes Gießwerkzeug für Röhrenkollimatoren. Es ist insgesamt mit 40 bezeichnet und besteht aus einer Bodenplatte 43 sowie aus drei Gießformaufsätzen 44, 45 und 46. Es kann mittels handlösbaren Rändelschrauben 47 montiert werden.

Zusammengebaut bilden die drei Gießformaufsätze 44, 45 und 46 zusammen mit der Bodenplatte 43 sechs Gießformen 1-6 aus. Die gleichzeitig als Bezugszeichen verwendeten Nummern 1-6 sind zur Identifikation der einzelnen Gießformen auch auf den Gießformaufsätzen 44 und 46 auf-

geprägt bzw. aufgedruckt.

Wenn die Aufsätze 44, 45 und 46 miteinander verschraubt sind, werden Gießformen 1-6 ausgebildet, die ein Einsetzen der Adapter in nur einer Anordnung ermöglichen. Sichtbar wird dies bei den Gießformen 4, 5 und 6, bei denen eine Halbschale, nämlich diejenige am Aufsatz 45 einen größeren Durchmesser hat.

Damit nur der zugeordnete Adapter in die Gießform eingesetzt werden kann, sind vorzugsweise an der Außenwandung des Adapters im oberen Kantenbereich längliche Vorsprünge vorgesehen, die beim Einsetzen des Adapters in die zugeordnete Gießform in entsprechende Nuten 48, 49 in deren Wandung eingreifen. Dargestellt sind diese Nuten 48, 49 nur für die Gießformen 2 und 3. Sie befinden sich aber an allen Gießformen und sind für jede davon sowie für jeden zugehörigen Adapter an unterschiedlichen Stellen angeordnet, um eine eindeutige Zuordnungsfähigkeit zu schaffen.

Auf der Bodenplatte 43 sind von ihrer oberen Oberfläche abstehende Grundplatten 42 für jede Gießform ausgebildet. Sie werden in der Gießform aufgenommen, wenn die Einzelteile des Gießwerkzeugs 40 zusammengebaut sind. Wie dargestellt, weisen diese Grundplatten 42 Einprägungen mit den Nummern der zugehörigen Gießform 1-6 auf. Damit diese Einprägungen auf den gegossenen Einsätzen lesbar sind, sind sie auf den Grundplatten 42 in Spiegelschrift vorgesehen.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Gießwerkzeugs 40 ist lediglich, für die Gießform 3 dargestellt. Jedoch sind alle Grundplatten 42, wie diejenige der Gießform 3 mit Haltedornen 41 versehen, die eine bestimmte, für jede Form verschiedene Außenkontur aufweisen und vom Boden der Grundplatte 42 absteigen. Dort sind sie fest angebracht.

Die Funktion dieses Haltedorns 41 beim Gießen wird in der Aufsicht der Fig. 5 klar, in der der Gießwerkzeug 40 im zusammengebauten Zustand dargestellt ist. Die Außenkonturen der einzelnen Gießformen sind hier deshalb erkennbar, weil die eingesetzten Adaptern 10 in ihrem inneren Bereich genauso ausgebildet sind, wie die zugeordneten Gießformen. Von oben wird hier beispielsweise eine Kante 53 am rechten unteren Adapter ersichtlich, die auch an der Gießform auf dieser und der gegenüberliegenden Seite vorhanden ist. Diese Kanten dienen, wie oben schon erwähnt, dem Einsetzen der Adapter in der richtigen Anordnung.

Jede Gießform weist einen nach oben, also aus der Zeichenebene herausstehenden Haltedorn 41 auf. Auch diese Haltedorne sind für jede Gießform unterschiedlich ausgebildet, d. h. sie haben jeweils eine andere Außenkontur. Auf die Haltedorne aufgesetzt sind die Formstücke 52, deren Außenkontur jeweils diejenige des zu erzeugenden Strahlenkanals ist. Die Innenkontur der Formstücke 52 entspricht jeweils genau derjenigen Außenkontur des Haltedorns 41 in der zugeordneten Gießform. Die einzelnen Formstücke 52 können also nicht auf die falschen Haltedorne 41 aufgesetzt werden. Zusammen mit der vorher erwähnten Nummerierung, den charakteristischen Absätzen 53 und den eingegossenen Befestigungsschrauben sorgt diese Ausgestaltung dafür, daß in der Bestrahlungssequenz jeweils immer der richtige Röhrenkollimator verwendet wird.

Schraffiert ist in der rechten unteren Gießform der Einsatz 20 dargestellt, der schrittweise in diese eingegossen wird und das Formstück dabei umgibt. Da die Haltedorne 41 kantig, also beispielsweise rautenförmig, dreiecksförmig oder rechtecksförmig individuell ausgestaltet sind, können sich die Formstücke 52 auf den Haltedornen 41 auch nicht verdrehen und werden beim Eingießen Strahlenkanäle ausbilden, die nach dem Einsetzen eines Adapters 10 in ein Bestrahlungsgerät auch bezüglich ihrer Drehwinkelstellung in der richtigen Lage sind.

Das Eingießen wird so durchgeführt, daß jeweils nur eine bestimmte Menge an Gießmaterial in eine Gießform nach der anderen eingebracht wird. Danach wird abgewartet, bis das Gießmaterial etwas ausgehärtet ist, und es erfolgt ein neues Eingießen für jede Gießform.

Wenn die Röhrenkollimatoren fertiggegossen sind, d. h. wenn der Einsatz 20 im jeweiligen Adapter 21 ausgehärtet ist, kann das Gießwerkzeug geteilt werden; die Röhrenkollimatoren, jetzt aus Adapter 10 und Einsatz 20 bestehend, werden von den Haltedomen 41 abgezogen und das Formstück 52 wird aus dem entstandenen Strahlenkanal entfernt. Nach dem Säubern der Röhrenkollimatoren können diese mit ihren jeweiligen Einsätzen 20 bei der Bestrahlung verwendet werden. Wenn die gesamte Strahlungstherapie beendet ist, besteht die Möglichkeit, die Einsätze 20 zu entsorgen und die Adaptern 10 für neue ebenso hergestellte Röhrenkollimatoren zu verwenden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Röhrenkollimators mit den folgenden Schritten:

- Ausschneiden eines länglichen Formstücks (52) aus einem Kunststoffmaterial, wobei die Außenkontur des Formstücks (52) der Kontur entspricht, die ein zu behandelndes Bestrahlungsziel aus einer bestimmten Bestrahlungsrichtung gesehen aufweist,
- Einbringen des Formstücks (52) in eine Gießform (3) in der röhrenförmige Einsätze (20) für mehrteilige Röhrenkollimatoren gegossen werden,
- Einsetzen eines ebenfalls im wesentlichen röhrenförmigen Adapters (10) in die Gießform (3) in Anlage an deren Innenwand,
- Ausgießen des Bereichs zwischen der Innenwand des Adapters (10) und der Außenwand des Formstücks (52),
- Aushärtenlassen des Gießmaterials, und
- Herausnehmen des Adapters (10) zusammen mit dem gegossenen Einsatz (20), wobei das Formstück (52) aus Kunststoffmaterial aus dem entstandenen Strahlenkanal (21) des Einsatzes (20) entfernt wird,

dadurch gekennzeichnet, daß

- beim Ausschneiden des Formstückes (52) in dessen Mittelbereich ein längs durch das Formstück (52) laufendes Formloch (51) eingeschnitten wird, und daß
- das Formstück (52) mit dem Formloch (51) auf einen etwa im Zentrum der Gießform (3) angeordneten Haltedorn (41) aufgesetzt wird, dessen Außenkontur der Innenkontur des Formloches (51) entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Adapter (10) vor dem Einsetzen in die Gießform mit in mindestens einer, vorzugsweise drei Bohrungen (31) eingesetzten Befestigungsschrauben versehen wird, die zu seiner Innenseite hin vorstehen und mit eingegossen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Gießwerkzeug (4) mit mehreren, vorzugsweise sechs Gießformen (1, 2, 3, 4, 5, 6) in mehreren Gießschritten ebenso viele Röhrenkollimatoren auf einmal gegossen werden.

4. Gießwerkzeug zur Herstellung von Röhrenkollimatoren, mit

- a) mindestens einer im wesentlichen zylinderförmigen Gießform (1) mit einer Wandung und einer vorzugsweise von ihrem Boden abstehenden Grundplatte (42),

b) mindestens einem Formstück (52), das im wesentlichen zentrisch in die Gießform (1) eingebracht ist, und

c) mindestens einem im wesentlichen röhrenförmigen Adapter (10), dessen Außendurchmesser in etwa dem Innendurchmesser der Wandung der Gießform (1) entspricht,

dadurch gekennzeichnet, daß

d) das Formstück (52) ein in dessen Mittelbereich längs eingeschnittenes Formloch (51) aufweist, und daß

e) etwa im Zentrum der Gießform ein auf der Grundplatte (42) befestigter und nach oben von ihr abstehender Haltedorn (41) angeordnet ist, dessen Außenkontur der Innenkontur des Formloches (51) entspricht.

5. Gießwerkzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es teilbar ausgelegt ist und sechs Gießformen (1, 2, 3, 4, 5, 6) umfaßt.

6. Gießwerkzeug nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede einzelne Gießform (1, 2, 3, 4, 5, 6) eine Kontur aufweist, mit der jeweils nur der ihr zugeordnete Adapter (10) zusammenpaßt.

7. Gießwerkzeug nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in die Grundplatten (42) die ihnen zugeordneten Nummern oder andere Unterscheidungskennzeichen eingepreßt sind.

8. Gießwerkzeug nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Adapter (10) mindestens eine Bohrung in der Seitenwandung aufweist, deren Anordnung(en) für jeden Adapter (10) charakteristisch ist bzw. sind.

9. Gießwerkzeug nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Formstücke (52) jeweils ein Formloch (51) aufweisen, dessen Innenkontur nur der Außenkontur eines einzigen, dem Formstück zugeordneten Haltedorns (41) entspricht.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

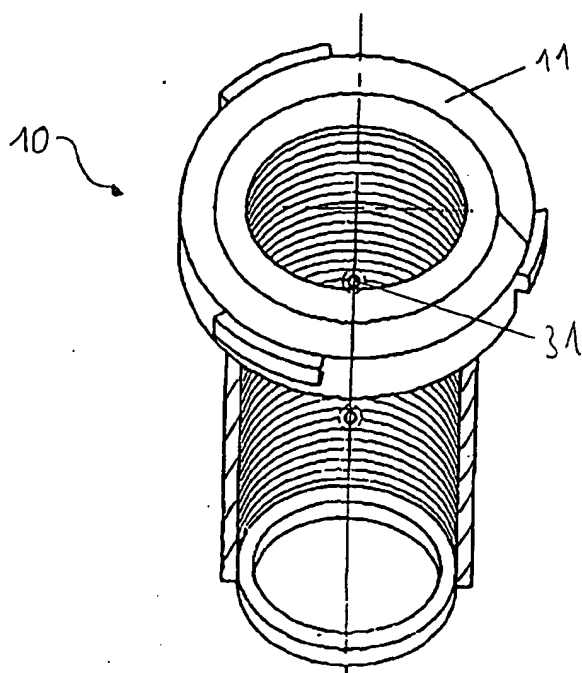


Fig. 1

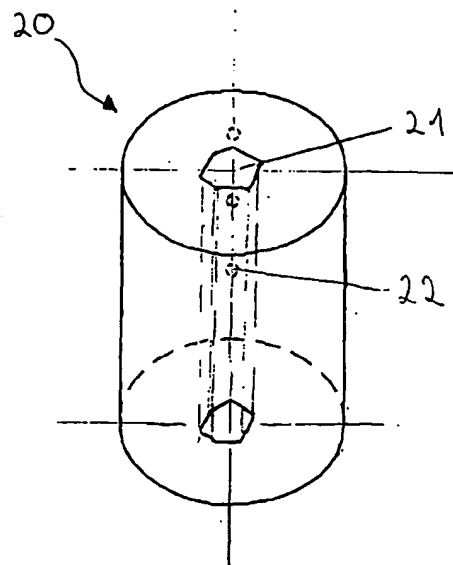


Fig. 2

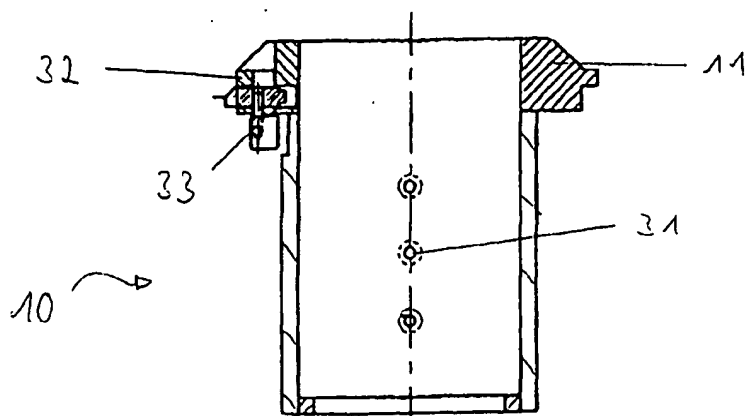


Fig. 3

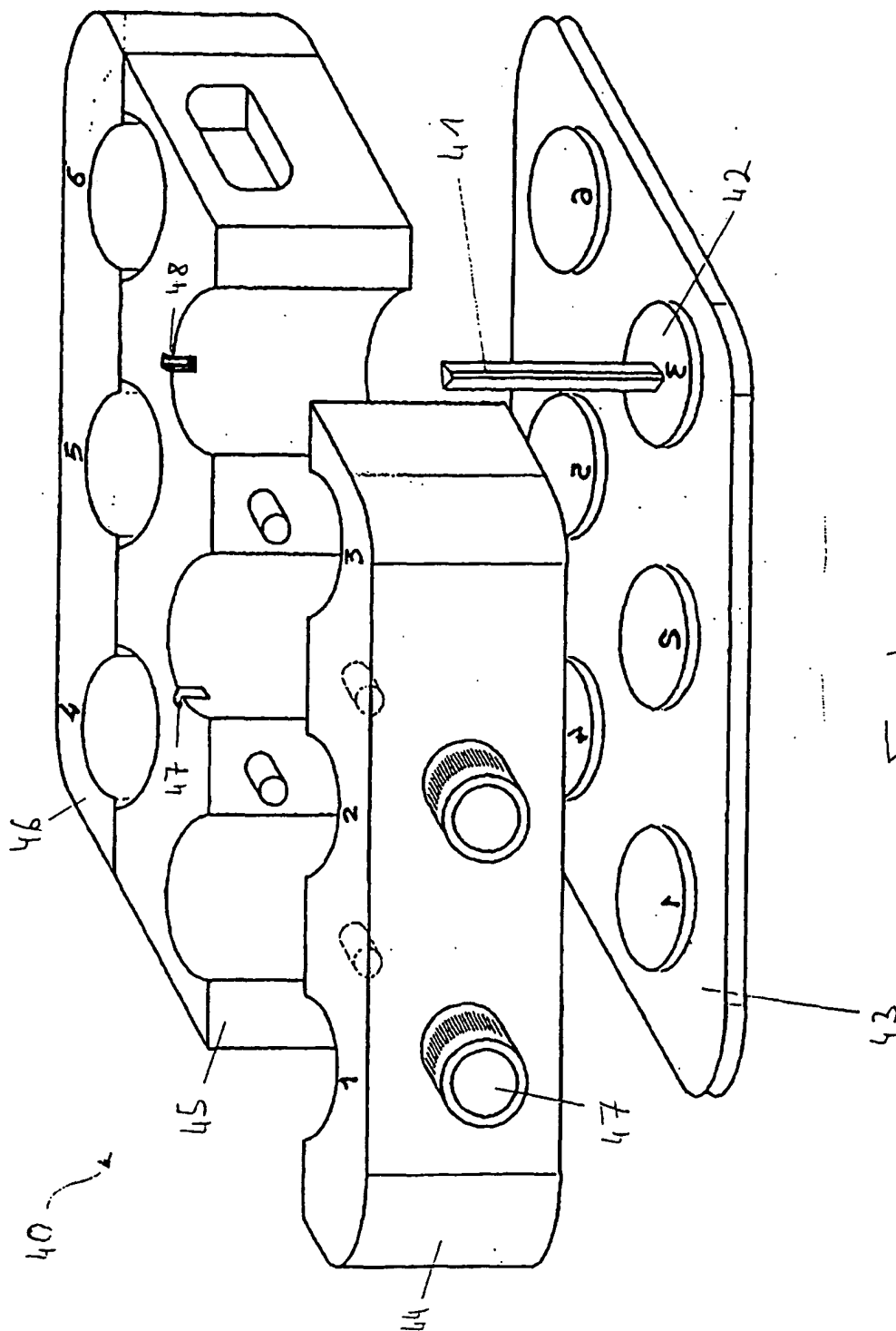


Fig. 4

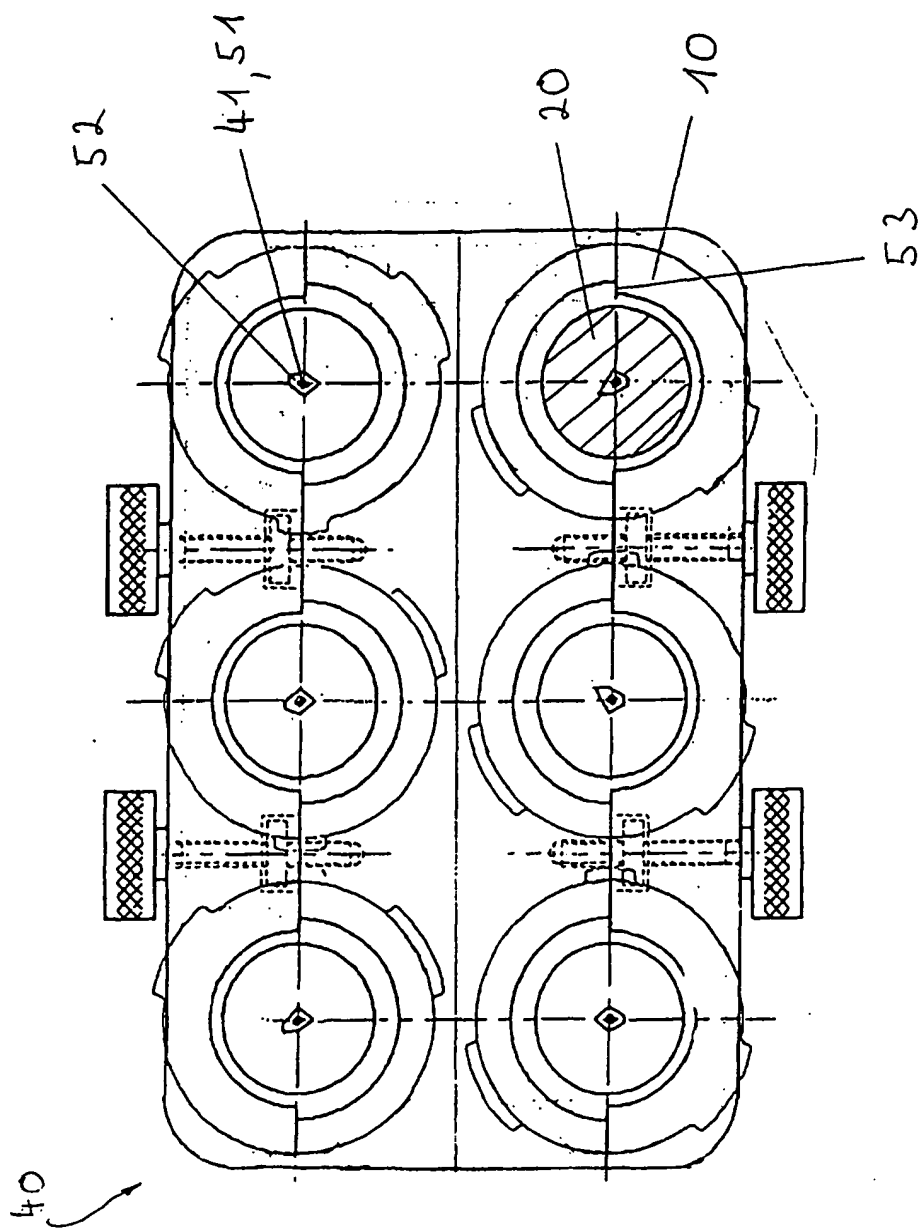


Fig. 5